**International Science Journal of Engineering & Agriculture**
2022; 1(1): 1-9
https://isg-journal.com/international-science-journal-of-engineering-agriculture/
doi: 10.46299/j.isjea.20220101.1
ISSN: 2720-6319(Online)

INTERNATIONAL SCIENCE GROUP

# Analysis of the state of modern scientific thought on the use of vehicles in passenger transport

**Dolia Olena**[1]

[1] Department of Information Control System (ICS), Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

**Email address:**
Olena.dolya@ukr.net

**To cite this article:**
Dolia Olena. Analysis of the state of modern scientific thought on the use of vehicles in passenger transport. *International Science Journal of Engineering & Agriculture.* Vol. 1, No. 1, 2022, pp. 1-9. doi: 10.46299/j.isjea.20220101.1

**Received**: 02 22, 2022; **Accepted**: 03 21, 2021; **Published**: 04 01, 2022

**Abstract:** Scientific research on the state of modern scientific thought on the use of vehicles in passenger transport reveals the state of establishing relevant approaches to solving a wide range of problems and challenges for scientists around the world. The paper set such a task as a systematic analysis of modern scientific literature published during 2010 - 2022 on the organization of passenger transport by different types and types of passenger transport. Only articles included in the Scopus scientometric database were used in the study. The purpose of this work is to identify modern methodological, theoretical, scientific approaches to addressing the issues inherent in the processes of passenger transportation. The results of the study found that the current state of scientific thought, for the most part, offers a simulation of passenger transport processes. Researchers drew attention to passenger traffic not only by different types and modes of transport, but also by different distances. The approaches of transport modelling proposed by scientists take into account the solution of problems, but do not consider the problems of the transport industry in full. It is also impossible to say with certainty that the methods proposed by scientists are such that take into account the multifactorial nature of external and internal parameters. Thus, not only external factors of the system and possible changes in the parameters of internal subsystems are not fully taken into account, but also variants of the state and composition of the passenger transportation systems themselves. Among the proposed methods for calculating certain parameters, contemporaries mostly offer computer simulations or mathematical descriptions. The study concludes that the consideration of methods of mathematical and computer modelling as the main at the time of the study.

**Keywords:** Passengers, transport systems, process modelling, efficiency.

# Аналіз стану сучасної наукової думки до питання використання засобів транспорту при пасажирських перевезеннях

**Доля Олена**[1]

[1] Факультет комп'ютерних наук, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна.

**Email address:**
Olena.dolya@ukr.net

**Анотація:** Наукове дослідження стан сучасної наукової думки до питання використання засобів транспорту при пасажирських перевезеннях розкриває стан встановлення актуальних підходів до вирішення широкого кола задач та проблем перед науковцями всього світу. В роботі було поставлено таку задачу, як проведення системного аналізу сучасної наукової літератури опублікованої вподовж 2010 – 2022 років з питання організації транспортування пасажирів різними типами й видами пасажирського транспорту. При проведенні дослідження було використано лиши статті включені до наукометричної бази Scopus. Метою проведеної роботи є виявлення сучасних методологічних, теоретичних, наукових підходів до вирішення питань притаманних процесам транспортування пасажирів. Результатами проведеного дослідження встановлено, що нині сучасний стан наукової думки, здебільш, пропонує проведення імітаційного моделювання процесів перевезення пасажирів. До уваги науковців було віднесено пасажирські перевезення не лише різними видами й типами транспорту, а різним за принципом відстані перевезенням. Запропоновані науковцями підходи моделювання транспортно процесу враховують вирішення задач, але ж не розглядають проблеми галузі транспорту у повній мірі. Також не можна ґрунтовно стверджувати, що запропоновані науковцями методи є такими, що враховують багатофакторність зовнішніх й внутрішніх параметрів. Так, не в повній мірі враховано не лише зовнішні фактори системи й можливі зміні параметрів внутрішніх підсистем, а й варіанти стану й складу самих систем пасажирських перевезень. До запропонованих методів із розрахунку певних параметрів сучасниками здебільш пропонується проведення комп'ютерного моделювання або математичного опису. З проведеного дослідження випливає висновок про розгляд методів математичного й комп'ютерного моделювання у якості основних на момент проведення дослідження.

**Ключові слова:** Пассажири, транспортні системи, моделювання процесів, ефективність.

# 1. Введення

Питанням ефективного функціонування транспорту людство задається з початку таких процесів. Основними питаннями є такі, як, економічна, соціальні, екологічні складові але не лише цими питаннями задається сучасна наукова спільнота. Не можна сперечатись, що перераховані питання є такими, що пов'язані між собою й параметри одних впливають на параметри інших. Створення транспортних систем, якими враховано сукупність вимог із одночасним задоволенням комплексу вимог є питанням вирішення якого є складнішим із впливом часу та ускладняється розвитком й ростом транспортних систем. Не викликає сумніву, що імплементація будь-яких проектних дій пов'язаних із реструктуризацією транспортних систем вимагає планування. Проведення відповідного планування є такою дією яка обумовлює прийняття рішення про доцільність впровадження змін в системі транспортування пасажирів із комплексним розглядом таких змін, встановлення. Питання перевезень пасажирів потребує моделювання такого процесу із урахуванням багатофакторності зовнішніх й внутрішніх чинників даної транспортної системи, а ефективність такого процесу вимагає урахування гармонійного поєднання соціального, екологічного та економічного показників.

# 2. Сучасні наукові підходи до розгляду питання обчислень обсягів перевезень

В роботі Hejin, Y. (2010) [1] на основі спостережень у роботі пропонується метод кластеризації траєкторії характерних точок для оцінки пасажиропотоку. По-перше, алгоритм оптичного потоку, заснований на піраміді, використовується для відстеження руху характерної точки на зображеннях; потім, їх траєкторії попередньо класифікуються на посадку пасажирів, вихід з автобуса та інші відповідно до гістограми напрямку руху; нарешті, попередньо класифіковані траєкторії групуються за їх просторово-часовою схожістю, а номер кластера розглядається як результат оцінки пасажиропотоку автобуса. Результати експерименту на кількох реальних відеоспостереженнях автобусів показують, що він має високу точність підрахунку (>90%) в умовах різного освітлення, фону та навіть скупчення людей.

В роботі Guo, J., Xue, Y., Cai, J., Gao, Z., Xu, G., & Zhang, H. (2021) [2] зазначено, що при автобусному сполученні важко охопити й коректно обрахувати пасажирів. Таким чином, у цій статті пропонується набір даних повторної ідентифікації пасажирів автобуса. Авторами також надано оцінку, застосовану до набору даних на основі глибокого навчання та втрати триплетів. Після збільшення даних, використання ResNet із трихардними втрат, як еталонної мережі та попереднього навчання на наборі даних переідентифікації пішоходів Market-1501, досягнуто точності 55,79% і точності рангу 1 у 67,91% у наборі даних повторної ідентифікації пасажирів.

Авторами роботи Maternini, G., Cadei, M. (2014) [3] висвітлено огляд дослідження, щодо сприяння підвищення безпеки дорожнього руху в міських районах. Зазначено, що у той же час їх поширення може негативно впливати на якість місцевого транспорту, впливаючи на

пасажирів автобусів. Ця стаття має на меті запропонувати та дати початкову валідацію шкали комфорту, узгодження певного індексу комфорту з динамічним впливом на пасажирів автобуса, що стоять, і з певними характеристиками доріг, такими як наявність кільцевих розв'язок. Отримані результати призначені як початковий внесок у визначення загальних рекомендацій щодо розробки місцевих правил дорожнього руху, які б могли вказати найбільш комфортні маршрути автобусів. При цьому питаннями пасажирських перевезень було присвячено й роботу Fontes, T., Correia, R., Ribeiro, J., & Borges, J. L. (2020) [4]. У роботі запропоновано модель штучної нейронної мережі глибокого навчання – багатошаровий персептрон – модель регресії для оцінки попиту пасажирів автобуса. Проїзд транзитним автобусом і погодні умови були зібрані протягом року з середнього європейського столичного району та пов'язані з припущенням: особи вибирають режим подорожі на основі погодних умов, які спостерігаються протягом (a) години відправлення, (b) за годину до або (c) за дві години до початку подорожі. Дані про пасажирські перевезення також були позначені відповідно до години дня, дня тижня, місяця, а також того, чи був страйк та/або свято чи ні. Результати показують, що похибка прогнозування моделі зменшується на ~9% при врахуванні погодних умов, які спостерігаються за дві години до початку подорожі.

Короткострокове прогнозування пасажиропотоку є одним із важливих компонентів транспортних систем й викладено в роботі авторів Bai, Y., Sun, Z., Zeng, B., Deng, J., & Li, C. (2017) [5]. Для прогнозування пасажиропотоку в автобусі в цій статті пропонується підхід глибокого злиття з багатьма шаблонами, який побудований шляхом об'єднання мереж глибоких переконань, що відповідають кільком шаблонам. Набір даних короткострокового автобусного пасажиропотоку спочатку сегментується на різні кластери за допомогою алгоритму поширення спорідненості. Розподіл пасажиропотоку цих кластерів згодом аналізується для виявлення різних закономірностей. П'ять підходів, непараметрична та параметрична моделі, застосовуються до одного випадку для порівняння. Результати показують, що запропонована модель переважає всі аналогічні методи з точки зору середньої абсолютної відсоткової помилки, середньоквадратичної помилки та критеріїв коефіцієнта детермінації. Крім того, існує суттєва різниця між адресованою моделлю та моделями порівняння.

## 3. До питань характеристик пасажирської їздки

Запропоновано нелінійну модель для прогнозування швидкості пасажиропотоку в транзитній системі та враховано її хаотичність в роботі авторів Zhao, S. -., Ni, T. -., Wang, Y., Gao, (2011) [6]. Авторами запропоновано використовуючи вейвлет-аналіз, даних про пасажиропотік за цілий день розкладати в багатомасштабний спосіб для отримання послідовностей розкладання. Згодом для прогнозування послідовностей використовується підхід нейронної мережі. Нарешті, значення пасажиропотоку можна передбачити, коли передбачені послідовності реконструюються. Результати показують, що даний підхід є можливим методом прогнозування швидкості пасажиропотоку. Аналогічні питання було викладено в роботі авторів Xiao, R., Zhu, J., Zhao, Z., Yu, H., & Du, Y. (2021) [7] та авторів Wang, X., Chen, S., & Wei, H. (2018) [8].

Моделювання параметрів транспортних систем авторами роботи Xiang, H. , Ming, A. (2014) [9] визначено, як технологію. Визначено, що це питання, яке необхідно терміново вирішувати при будівництві сучасних міських інтелектуальних транспортних систем. За допомогою багатосенсорних пристроїв для збору даних про пасажирів, які сідають і виходять, досліджується та пропонується своєрідне інтелектуальне розпізнавання пасажиропотоку в автобусі та статистичні алгоритми, засновані на відстеженні вектора руху. Основна ідея заснована на створенні векторної моделі руху, визначенні оптимального рішення вектора руху методом попереднього прогнозування, критерію подібності та стратегії динамічного пошуку за законом кінематики тіла людини, динамічному відстеженні процесу руху пасажирів, в кінцевому підсумку, визначенні напрямок руху пасажирів. Метод прогнозування пасажиропотоку термінального відправлення на основі нейронної мережі прийнято проблемою авторами роботи Cheng, S., Xu, J., Mu, Q., Zhang, Y. (2014) [10]. Для того, щоб вирішити цю проблему витрачання ресурсів терміналів та покращення ефективності використання ресурсів терміналів аеропорту, у цій роботі пропонується метод прогнозування на основі нейронної мережі для прогнозування майбутніх пасажирських перевезень терміналів у наступний період. Подібні питання розгляду якості пасажирських перевезень викладено у роботі Xie X., Feng X., Ren, Q. -. (2008) [11].

Pells, S. R. (1989) [12] висловив думку, що автобусні пасажирські подорожі в піковий період ранкового моделюються використовуючи оцінки розподілу часу в дорозі, виміром ефективність обслуговування за кількістю часу, необхідного для досягнення пункту призначення до певного часу з заданою ймовірністю. Проаналізовано вплив двох впливів на продуктивність; сезонні коливання попиту та зміни в результаті дерегулювання. Встановлено, що в деяких випадках для поїздки необхідно надати значну кількість додаткового часу, щоб забезпечити своєчасне прибуття з високою ймовірністю. Розподіл часу очікування та загального часу в дорозі дуже чутливий до змін дослідженого попиту. Виявлено, що ефект дерегуляції менш виражений, але виявлено незначне зниження продуктивності. В роботі Jiao F., Huang L., Song R., Huang H. (2021) [13] викладено прогнозування, локального зваження хворобами у громадському транспорті.

Склад салоні засобів транспорту із віковим

ранжуванням висвітлено авторами Aceves-González C., May A., Cook S. (2016) [14]. Зібрано набір даних для кожного спостережуваного пасажира, а також більш загальні спостереження щодо поведінки водія, конструкції автобуса та характеристик автобусного обслуговування. Були значні відмінності між старшими та молодшими пасажирами з точки зору часу посадки та висадки, використання поручнів, уподобань розташування сидінь, стійкість пасажира та стратегії подолання для підтримки стійкості постави. Умови подорожі сприяють поганому враженню пасажирів, зокрема, для літніх пасажирів. Хоча проблеми можуть бути пов’язані з дизайном автобусів і поведінкою водіїв, типовими для країн, що розвиваються, на них також впливає ширша транспортна інфраструктура та відсутність регуляторного режиму, який ставить водіїв під тиск часу та в пряму конкуренцію один з одним.

Tsui W. H. K., Fung, M. K. Y. (2016) [15] аналізували зміни пасажирської мережі. Пасажиропотік у міжнародному аеропорту Гонконгу (HKIA) демонструє стабільне зростання з моменту його відкриття. У цій роботі досліджуються зміни в пасажирській мережі за період 2001-2012 рр. та використана гравітаційна модель для вивчення ключових факторів, що пояснюють її пасажиропотоки. Результати показали, що пасажирська мережа суттєво змінилася та розширилася на багато нових різних напрямків. Потоки пасажирських перевезень між Гонконгом та його ключовими пунктами можна пояснити дев’ятьма факторами: ВВП на душу населення Гонконгу, ВВП на душу населення напрямків, з’єднаних, відстань, статус аеропорту аеропорту призначення, туристичні напрямки, кількість пасажирських авіакомпаній. у сфері обслуговування, двосторонні торгові потоки, спілкування спільною мовою і міцні культурні/колоніальні зв’язки з Гонконгом. Blinova, T. O. (2007) в роботі [17] висловила думки про аналіз можливості використання нейронної мережі для прогнозування пасажиропотоків.

Використання програмного забезпечення для розрахунків параметрів пасажиропотоків в роботі Antonova, V. M., Grechishkina, N. A., & Kuznetsov, N. A. (2020) [18] було використано для аналізу транспортного процесу в метрополітені.

Wang, P. -., Hsu, Y. -., & Hsu, C. -. (2021) [19] виклали аналіз сприйняття часу очікування пасажирами автобусів, які надають послугу мобільного зв’язку. Дослідження представляє цілісну перспективу для аналізу впливу використання смартфона на транзитних пасажирів, яке також розглядає наслідки на психологічному рівні. Такі ефекти можуть проявлятися як скорочення очікуваного часу очікування на зупинках/станціях проти негативної емоційності, спричиненої довгим очікуванням, наприклад, нудьги та втоми, щоб покращити враження від подорожі. Результати аналізу підкреслюють, що використання смартфона, яке не стосується подорожей, може призвести до зменшення вірогідного очікування, і ефект може бути більш значущим для молодих пасажирів і тих, хто не отримує інформацію про прибуття автобуса, особливо коли час очікування збільшується. Авторами Rahmatulloh, A., Nursuwars, F. M. S., Darmawan, I., & Febrizki, G. (2020) [20].

Використання нейронних мереж для розрахунку параметрів пасажиропотоків стало питанням при дослідження в роботі Hu Z., Dychka I., Oleshchenko L., Kukharyev S. (2020) [21]. У статті представлено аналіз нейронних мереж, які можна використовувати для прогнозування пасажиропотоку між містами. Chang, H. -., та Wu, S. (2010) в роботі [22] створено концептуальну основу щодо необхідних дій та рухів при водінні автобуса.

Дослідження оптимізації спеціальних ліній прибуття та відправлення пасажирських перевезень виклали Xie, X., Ren, Q., & Zhou, Y. (2007) в роботі [23]. Azman, A. H., Abdullah, S., Singh, S. S. K., Yazid, M. R. M., Ghopa, W. A. W., Hisamuddin, H., та . Solah, M. S. (2020) провели оцінку безпеки швидкісного автобуса з точки зору пасажирів [24]. Kuftinova, N. G., Ostroukh, A. V., & Vorobieva, A. V. (2015) досліджували автоматизовану систему контролю пасажиропотоків [25].

Tian, S., Guo, B., Sun, J., & Sun, C. (2020) [26] зробили короткий аналіз розвитку міського пасажирського транспорту в Китаї. Зазначено, що станом на 2017 рік кількість громадських парових та електробусів, залізничних транспортних засобів, таксі та орендованих автомобілів становила 651 200, 28 707, 1 395 800 та 210 500 відповідно. Незалежно від кількості та якості, міський пасажирський транспорт значно покращився порівняно з попередніми роками. Проте поступово з’явилися такі проблеми, як суперечність між попитом і пропозицією, труднощі в управлінні, відставання в будівництві об’єктів, погане сполучення різних видів пасажирського транспорту, недосконалість пов’язаних із ними законів і нормативних актів. Ці проблеми свідчать про те, що розвиток міського пасажирського транспорту Китаю має створити відносно повну міську пасажирську транспортну систему, яка складається з метро, легкої залізниці, легкових автомобілів, таксі та іншого швидкого залізничного транспорту, і розвиватися в розумному напрямку. У цій роботі нарешті вказано загальний напрямок розвитку міського пасажирського транспорту в Китаї на основі умов розвитку чотирьох видів міського пасажирського транспорту в Китаї.

Prato, C. G., & Kaplan, S. (2014) в роботі [27] присвятили увагу безпеці автобусів, виокремленню факторів ризику, які позитивно чи негативно пов’язані з тяжкістю автобусної аварії та травмуванням пасажирів автобусів, що може сприяти розвитку безпеки як важливого принципу стійкого транзиту та просувати бачення «кожна аварія — це занадто багато». Узагальнена впорядкована логіт-модель дозволяє проаналізувати тяжкість автобусної аварії, а логістична регресія дає змогу досліджувати випадки травмування пасажирів автобуса. Результати поточного дослідження дають вичерпну картину ситуації з безпекою автобусів у Данії та свідчать про необхідність подальшого дослідження ставлення водіїв автобусів та сприйняття ризиків, а також уявлення учасників

дорожнього руху щодо автобусних перевезень. Більше того, висновки свідчать про необхідність подальшого навчання водіїв автобусів навичкам розпізнавання небезпек та інфраструктурних рішень.

Zhang, W., Zhu, F., Chen, Y., & Lü, Y. (2021) [28] робили розрахунок параметрів пасажиропотоку автобуса на основі графіка уваги та розподілу часу мережі Зазначено, що реальна автобусна мережа, як правило, є складною нелінійною системою, що змінюється в часі. Тому просторово-часову кореляцію між різними автобусними лініями навряд чи можна ефективно побудувати. Для вирішення цієї проблеми запропоновано мережу короткочасної пам'яті на основі згортки уваги та розподілу часу для прогнозу пасажиропотоку автобуса. по-перше, тимчасові характеристики історичних даних витягуються мережею довготривалої пам'яті, а потім вони зважуються за допомогою канального модуля уваги. Для аналізу просторових залежностей між автобусними лініями використовується підхід згортки графіка розподілу часу. Різні суміжні матриці вибираються відповідно до часових інтервалів, а неевклідові попарні кореляції моделюються за допомогою згортки графіка. Нарешті, кінцевий результат прогнозу отримують шляхом інтеграції витягнутих просторово-часових характеристик і векторних представлень зовнішніх факторів, таких як інформація про погоду та свята. Експерименти з наборами даних реального автобусного пасажиропотоку показують, що запропонована модель, очевидно, покращує точність прогнозування та швидкість навчання.

Zhang, Y., Tu, W., Chen, K., Wu, C. H., Li, L., Ip, W. H., & Chan, C. Y. (2020) в роботі [29] запропонували алгоритм статистики пасажиропотоку автобуса на основі глибокого навчання. На їхню думку статистика пасажиропотоку автобуса може бути використана для покращення досвіду пасажирських подорожей та зменшення затримок у поїздці, це дуже важливо для розумного транспортування. У цій роботі пропонується алгоритм статистики пасажиропотоку автобуса на основі фільтра Калмана для отримання статистики пасажиропотоку з камер спостереження в автобусах. Цей метод змінює модель на двокласову модель і навчає модель з двома класами, використовуючи спочатку набір даних шини, потім модель використовується для визначення положення пасажирів у кожному кадрі та відстежується за допомогою фільтра Калмана. Нарешті, відповідно до траєкторії пасажирів, буде формуватися статистика руху пасажирів, які сідають і виходять. Результати деяких проведених експериментів показують, що запропонований алгоритм статистики пасажиропотоку автобуса є більш точним і надійним, ніж традиційні методи

В роботі авторів Chen, S. P., & Liu, D. Z. (2013) [30] описано матрицю пасажирських транспортних кореспонденцій та надано оцінку матриці відправлення і призначення автобусного пасажира з використанням доступної інформації з систем автоматичного збору даних. У цьому дослідженні досліджується застосування доступної інформації з автоматизованих систем збору даних з акцентом на виведення матриць відправлення-призначення пасажирів автобуса, використовуючи Чунцин як приклад. Він демонструє доцільність і простоту застосування для визначення місць посадки та висадки пасажирів автобуса, якщо інформація про посадку доступна ні з автоматичної системи збору тарифів, ні з даних GPS, і є першою відомою спробою створити алгоритм використання географічної інформаційної системи зупинок (ГІС) і групи автобусних зупинок з двома напрямками для оцінки місця посадки та напрямку руху, коли дані GPS не можуть надати інформацію про прибуття на автобусні зупинки. Результати цього дослідження були практично застосовані до повнорозмірної автобусної мережі в Чунцині, і можуть бути легко реалізовані в інших китайських містах, оскільки Чунцин представляє найпопулярнішу структуру даних ADC в Китаї.

Питаннями екології та впливу на організм людини процесів функціонування пасажирського транспорту були зайняті Shafie, N. M. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2015) [31]. У цій статті представлені рівні концентрації PM1, PM2,5 і PM10 в залежності від часу та довжини салону. Польові вимірювання були проведені в університетському маршрутному автобусі для підтвердження моделі. Польове вимірювання рівнів концентрації PM1, PM2. 5 і PM10 проводилися в передній частині салону на висоті 1,1 м від підлоги. Для розробки спрощеної 3D-моделі чверті салону було використано програмне забезпечення. Подібним дослідженням поділились й Wang, Z., Chen, F., & Fujiyama, T. (2015) в роботі [32].

Для встановлення певних параметрів пасажирського потоку Zhang, Y. P., Guo, Y. Y., Wei, Y., Cheng, S. W., & Xing, Z. W. (2013) в роботі [33] було використано теорію хаосу. На основі фактичного опитування пасажирів, які вилітають, щоб досягти терміналу, для аналізу даних у цій роботі було прийнято теорію хаотичного прогнозування часових рядів. Для того, щоб з'ясувати самоподібність часових рядів, ця стаття розділила пасажиропотік на два види: святковий і несвятковий за допомогою зміни інтервального масштабу. Оптимальний час затримки та найкращий розмір вбудовування були розраховані за допомогою методу реконструкції фазового простору часових рядів. Для підтвердження того, чи мають часові ряди хаотичні характеристики чи ні, за визначальний критерій взявся найбільший показник Ляпунова. Потім були визначені оптимальні часові інтервали часових рядів пасажиропотоку хаотичного характеру. Дослідження дає теоретичну основу для застосування теорії хаосу в прогнозуванні пасажиропотоку.

Vlasov, V. (2017) в роботі [34] розкриває питання концепція розвитку цифрової інфраструктури для регіональних систем керування пасажирськими перевезеннями (2017). У статті розглянуто основні поняття цифрової інфраструктури регіональних систем керування пасажирськими перевезеннями та результати їх практичного застосування (електронний реєстр

маршрутів, розклади маршрутів, плани маршрутів, інформаційне забезпечення зупинок громадського транспорту).

В роботі [35] Tan, C. F., Liew, K. F., Rosley, M. N., Khalil, S. N., Tan, B. L., Lim, T. L., . . . Said, M. R. (2013) виклали основні принципи інтегрованого пасажирського сидіння в автобусі. Поїздка на автобусі з тривалим часом створить відчуття дискомфорту у пасажира автобуса. Довга годинна поїздка створить фізіологічний стрес і психологічне навантаження на пасажира автобуса. Причиною може бути вібрація, шум, а також комфорт сидіння. Комфорт сидіння – суб'єктивне відчуття пасажира автобуса. У цьому дослідженні повітряна подушка була використана для заміни частини піни сидіння. При розробці інтегрованого пасажирського сидіння в автобусі була використана техніка тотального дизайну. Для відбору було створено чотири концептуальні проекти. Для визначення остаточної конструкції інтегрованого пасажирського сидіння в автобусі було використано метод матричної оцінки.

Безпекові питання Sam, E. F., Brijs, K., Daniels, S., Brijs, T., & Wets, G. (2019) [36] стали об'єктом дослідження при проведенні дослідження. Пасажири громадського транспорту оцінюють безпеку, не існує інструменту, який би фіксував те, що враховують користувачі громадського транспорту, коли вони роблять такі оцінки особистої безпеки. Існує узагальнена шкала якості послуг. На жаль, ця шкала не охоплює належним чином сферу особистої безпеки, яка є важливою для користувачів, особливо в країнах, що розвиваються, де ДТП є частими та важкими. У цьому дослідженні обговорюється розробка та валідація шкали безпеки пасажирів громадських автобусів для вимірювання безпеки пасажирів громадських автобусів. Результати двох незалежних досліджень свідчать про те, що три аспекти безпеки пасажирів громадського автобуса: пов'язані з водієм, оператором транспортних засобів та транспортними засобами.

Schelenz, T., Suescun, T., Karlsson, M., & Wikström, L. (2013) в роботі [37] запропонували алгоритм прийняття рішень для моделювання пасажирів автобуса в процесі проектування транспортного засобу, представлений алгоритм прийняття рішень пасажиром автобуса, який можна застосувати для оцінки нового дизайну автобуса за допомогою методів моделювання на основі агентів. Для кожного окремого пасажира алгоритм формує ранжований список доступних цілей (сидячих і стоячих місць) відповідно до його уподобань і вибирає найбільш зручний. Алгоритм призначений для роботи із загальною параметричною моделлю пасажирів і дозволяє розрізняти кілька типів пасажирів, керуючи їхніми перевагами щодо вхідних дверей, розташування сидіння та місця для стояння, серед іншого. Відмінності цих уподобань дозволяють виділити типи пасажирів автобуса. Алгоритм також враховує варіацію переваг відповідно до кількості пасажирів на борту. Реалізовано чотири режими заповнення від майже порожньої шини до максимальної місткості. Результати доводять, що алгоритм прийняття рішень пасажиром може бути ефективно використаний для оцінки нового дизайну маршруту автобуса з використанням методів моделювання на основі агентів, що оцінюють параметри, які вимірюють якість обслуговування (задоволеність пасажирів і час перебування серед інших).

Не без уваги залишено й час очікування пасажирами транспортного засобу. Wahab, R. A., Borhan, M. N., & Rahmat, R. A. A. O. K. (2017) [38] Розробка оптимального часу очікування для випадкового прибуття пасажирів на автобусну зупинку може бути зменшено за рахунок надання інформації про прибуття автобуса. Відсутність цієї інформації призводить до тривалого очікування та впливає на планування пасажирами час у дорозі. Хоча довший або менший період очікування є суб'єктивним для кожного пасажира, без інформації про час прибуття автобуса, невизначений час прибуття пасажира може викликати труднощі з визначенням реального часу очікування. Щоб проаналізувати проблеми, використовується комбінація математики та методології поверхні відгуку та центральних композитних програм проектування для розробки оптимального часу очікування.

Wang, J. (2019) в роботі [39] виклав проектування видів пасажирського транспорту між містами з екологічною стійкістю. Зазначено, що види транспорту між містами пов'язані з ефективністю та екологічною стійкістю сучасної транспортної системи. У цій роботі досліджується конфігурація видів пасажирського транспорту між містами мегаполісів з метою підвищення екологічності транспортної системи та надання допомоги урядам і постачальникам у прийнятті відповідних інвестиційних рішень. На основі факторів впливу проектування транспортних засобів у мегаполісах та думки про стійкість транспорту створено багатоцільову модель прийняття рішень. Цілями є баланс між попитом і пропозицією транспорту, максимізація всебічної корисності мандрівників та мінімізація споживання енергії. Обмеженнями є контроль загальної потужності, запит на час у дорозі, фінансові обмеження та контроль забруднення навколишнього середовища. Усі цілі та обмеження визначені кількісно, а також наведено методи калібрування параметрів та алгоритм розв'язання. Наведено приклад столичного району Чанчунь, щоб перевірити працездатність та практичність. Результати застосування показують, що розроблена модель конфігурації може допомогти міським парам мегаполісів у з'ясуванні розумної структури видів транспорту. Він може реалізувати координацію системи пасажирського транспорту в мегаполісах з високою ефективністю та використанням ресурсів.

Zhao, J., Li, C., Xu, Z., Jiao, L., Zhao, Z., & Wang, Z. (2022) в роботі [40] розглянули інформацію про пасажиропотік автобусів, яка дуже важлива як довідкові дані для оптимізації маршрутів автобусної компанії, основи розкладу руху та організації режиму подорожі пасажирів. З розвитком технології обробки зображень сучасним

дослідницьким напрямком стало підрахунок пасажиропотоку за допомогою відеоспостереження за тим, як пасажири сходять і виходять з автобуса. Конкретний зміст дослідження цієї статті на основі виявлення відеозображень і статистики пасажирів.

Робота Fitzová, H., Matulová, M., & Tomeš, Z. (2018) [41] та Belokurov, V., Spodarev, R., & Belokurov, S. (2020) [42] визначили пасажиропотік як важливий фактор в системі міського громадського транспорту. Стверджується, що велике значення мають дослідження пасажиропотоків при плануванні розвитку транспортної системи великих міст. Неможливо спроектувати міську транспортну мережу чи покращити існуючу без точних та об'єктивних даних, отриманих з польових досліджень. У статті описано методику проведення дослідження пасажиропотоку.

Авторами Matseliukh, Y., Bublyk, M., & Vysotska, V. (2021) в роботі [43] розроблено інтелектуальні системи для візуального моделювання пасажиропотоків громадського транспорту в розумному місті на основі нейронної мережі, де існує критичне завдання пасажиропотоку. Проаналізовано можливості, доступність, принципи та принципи оптимізації інтелектуальних систем пасажирського транспорту громадського транспорту Smart City. Встановлено, що візуалізація пасажиропотоків є одним із найважливіших завдань оптимізації маршрутів та підвищення якості пасажирських перевезень громадським транспортом у Smart City. Запропоновано інтелектуальну систему візуального моделювання пасажиропотоку, яка на основі роботи нейронної мережі дозволяє оптимізувати пасажирські перевезення громадським транспортом у Smart City.

Boreiko, O., Teslyuk, V., Zelinskyy, A., & Berezsky, O. (2017) в роботі [44] та Mo, S. M., Zeng, K. F., & Liu, C. (2014) [45] розкривали питання критичних навантажень на пасажирський транспорт.

## 4. Висновки

Результатом проведеного аналізу сучасної наукової дімки про стан розвитку та планування розвитку транспортної галузі можна стверджувати наступне: розгляд ефективності функціонування транспорту має проводитись системно, імітаційне моделювання процесу перевезень є загально визнаним методом для визначення стану процесу.

---

## Посилання


[1] Hejin, Y. (2010). A bus passenger flow estimation method based on feature point's trajectory clustering. Paper presented at the Proceedings - 2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems, ICIS 2010, , 1 426-430. doi:10.1109/ICICISYS.2010.5658589

[2] Guo, J., Xue, Y., Cai, J., Gao, Z., Xu, G., & Zhang, H. (2021). A bus passenger re-identification dataset and a deep learning baseline using triplet embedding. Multimedia Tools and Applications, 80(11), 16425-16440. doi:10.1007/s11042-020-08944-0

[3] Maternini, G., & Cadei, M. (2014). A comfort scale for standing bus passengers in relation to certain road characteristics. Transportation Letters, 6(3), 136-141. doi:10.1179/1942787514Y.0000000020

[4] Fontes, T., Correia, R., Ribeiro, J., & Borges, J. L. (2020). A deep learning approach for predicting bus passenger demand based on weather conditions. Transport and Telecommunication, 21(4), 255-264. doi:10.2478/ttj-2020-0020

[5] Bai, Y., Sun, Z., Zeng, B., Deng, J., & Li, C. (2017). A multi-pattern deep fusion model for short-term bus passenger flow forecasting. Applied Soft Computing Journal, 58, 669-680. doi:10.1016/j.asoc.2017.05.011

[6] Zhao, S. -., Ni, T. -., Wang, Y., & Gao, X. -. (2011). A new approach to the prediction of passenger flow in a transit system. Computers and Mathematics with Applications, 61(8), 1968-1974. doi:10.1016/j.camwa.2010.08.023

[7] Xiao, R., Zhu, J., Zhao, Z., Yu, H., & Du, Y. (2021). A passenger flow prediction method for bus lines based on multiple stepwise regression analysis. Paper presented at the 2021 11th International Conference on Information Science and Technology, ICIST 2021, 452-455. doi:10.1109/ICIST52614.2021.9440559

[8] Wang, X., Chen, S., & Wei, H. (2018). A passenger flow statistic algorithm based on machine learning. Paper presented at the Proceedings - 2017 10th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2017, , 2018-January 1-5. doi:10.1109/CISP-BMEI.2017.8302042

[9] Xiang, H. -., & Ming, A. -. (2014). A study of the city bus passenger flow intelligent statistical algorithm based on motion vector tracking. Paper presented at the ICIST 2014 - Proceedings of 2014 4th IEEE International Conference on Information Science and Technology, 41-44. doi:10.1109/ICIST.2014.6920327

[10] Cheng, S., Xu, J., Mu, Q., & Zhang, Y. (2014). A terminal departure passenger traffic prediction method based on the RBF neural network. Paper presented at the CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal Transportation Systems - Proceedings of the 14th COTA International Conference of Transportation Professionals, 31-38. doi:10.1061/9780784413623.004

[11] Xie, X. -., Feng, X. -., & Ren, Q. -. (2008). Adjustment plan of passenger traffic special line optimization study. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China, 3791-3796. doi:10.1061/40996(330)556

[12] Pells, S. R. (1989). An approach to the simulation of bus passenger journey times for the journey to work. Transportation Planning and Technology, 14(1), 19-35. doi:10.1080/03081068908717411

[13] Jiao, F., Huang, L., Song, R., & Huang, H. (2021). An improved stl-lstm model for daily bus passenger flow prediction during the covid-19 pandemic. Sensors, 21(17) doi:10.3390/s21175950

[14] Aceves-González, C., May, A., & Cook, S. (2016). An observational comparison of the older and younger bus passenger experience in a developing world city. Ergonomics, 59(6), 840-850. doi:10.1080/00140139.2015.1091513

[15] Tsui, W. H. K., & Fung, M. K. Y. (2016). Analysing passenger network changes: The case of hong kong. Journal of Air Transport Management, 50, 1-11. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.09.001

[16] Tu, Y., & Yang, J. (2017). Analysis and forecast of passenger flow based on public transportation IC card and GPS data. Paper presented at the Proceedings of 2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT 2016, 281-285. doi:10.1109/ICCSNT.2016.8070164

[17] Blinova, T. O. (2007). Analysis of possibility of using neural network to forecast passenger traffic flows in russia. Aviation, 11(1), 28-34. doi:10.1080/16487788.2007.9635952

[18] Antonova, V. M., Grechishkina, N. A., & Kuznetsov, N. A. (2020). Analysis of the modeling results for passenger traffic at an underground station using AnyLogic. Journal of Communications Technology and Electronics, 65(6), 712-715. doi:10.1134/S1064226920060029

[19] Wang, P. -., Hsu, Y. -., & Hsu, C. -. (2021). Analysis of waiting time perception of bus passengers provided with mobile service. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 145, 319-336. doi:10.1016/j.tra.2021.01.011

[20] Rahmatulloh, A., Nursuwars, F. M. S., Darmawan, I., & Febrizki, G. (2020). Applied internet of things (IoT): The prototype bus passenger monitoring system using PIR sensor. Paper presented at the 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2020, doi:10.1109/ICoICT49345.2020.9166420

[21] Hu, Z., Dychka, I., Oleshchenko, L., & Kukharyev, S. (2020). Applying recurrent neural network for passenger traffic forecasting doi:10.1007/978-3-030-16621-2_7

[22] Chang, H. -., & Wu, S. -. (2010). Applying the rasch measurement to explore elderly passengers' abilities and difficulties when using buses in taipei. Journal of Advanced Transportation, 44(3), 134-149. doi:10.1002/atr.127

[23] Xie, X., Ren, Q., & Zhou, Y. (2007). Arrival and departure lines of passenger traffic special line optimization study. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2007, 3070-3073. doi:10.1109/ICAL.2007.4339109

[24] Azman, A. H., Abdullah, S., Singh, S. S. K., Yazid, M. R. M., Ghopa, W. A. W., Hisamuddin, H., . . . Solah, M. S. (2020). Assessing the safety of express bus from passengers' perspective. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 932(1) doi:10.1088/1757-899X/932/1/012129

[25] Kuftinova, N. G., Ostroukh, A. V., & Vorobieva, A. V. (2015). Automated control system for survey passenger traffics. International Journal of Applied Engineering Research, 10(7), 16419-16427.

[26] Tian, S., Guo, B., Sun, J., & Sun, C. (2020). Brief analysis of urban passenger transport development in china. Paper presented at the Proceedings - 2020 5th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation, ICECTT 2020, 465-468. doi:10.1109/ICECTT50890.2020.00107

[27] Prato, C. G., & Kaplan, S. (2014). Bus accident severity and passenger injury: Evidence from denmark. European Transport Research Review, 6(1), 17-30. doi:10.1007/s12544-013-0107-z

[28] Zhang, W., Zhu, F., Chen, Y., & Lü, Y. (2021). Bus passenger flow forecast based on attention and time-sharing graph convolutional network. [基于注意力机制和分时图卷积的公交客流预测] Moshi Shibie Yu Rengong Zhineng/Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 34(2), 167-175. doi:10.16451/j.cnki.issn1003-6059.202102008

[29] Zhang, Y., Tu, W., Chen, K., Wu, C. H., Li, L., Ip, W. H., & Chan, C. Y. (2020). Bus passenger flow statistics algorithm based on deep learning. Multimedia Tools and Applications, 79(39-40), 28785-28806. doi:10.1007/s11042-020-09487-0

[30] Chen, S. P., & Liu, D. Z. (2013). Bus passenger origin-destination matrix estimation using available information from automatic data collection systems in chongqing, china doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.878

[31] Shafie, N. M. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2015). CFD simulation of particulate matters inside a bus passenger compartment. International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, 15(3), 28-36.

[32] Wang, Z., Chen, F., & Fujiyama, T. (2015). Carbon emission from urban passenger transportation in beijing. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 41, 217-227. doi:10.1016/j.trd.2015.10.001

[33] Zhang, Y. P., Guo, Y. Y., Wei, Y., Cheng, S. W., & Xing, Z. W. (2013). Chaotic characteristics identification on terminal departing passenger traffic time series doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.409-410.1303

[34] Vlasov, V. (2017). Concept for developing digital infrastructure for regional passenger transportation control systems. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 20 683-689. doi:10.1016/j.trpro.2017.01.111

[35] Tan, C. F., Liew, K. F., Rosley, M. N., Khalil, S. N., Tan, B. L., Lim, T. L., . . . Said, M. R. (2013). Conceptual design of an integrated bus passenger seat. World Applied Sciences Journal, 28(5), 722-725. doi:10.5829/idosi.wasj.2013.28.05.1169

[36] Sam, E. F., Brijs, K., Daniels, S., Brijs, T., & Wets, G. (2019). Construction and validation of a public bus passenger safety scale. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 66, 47-62. doi:10.1016/j.trf.2019.08.017

[37] Schelenz, T., Suescun, T., Karlsson, M., & Wikström, L. (2013). Decision making algorithm for bus passenger simulation during the vehicle design process. Transport Policy, 25, 178-185. doi:10.1016/j.tranpol.2012.11.010

[38] Wahab, R. A., Borhan, M. N., & Rahmat, R. A. A. O. K. (2017). Design of optimum wait time for random arrival of passengers at bus stop: A case study from putrajaya, malaysia. Pertanika Journal of Science and Technology, 25(S5), 225-234.

[39] Wang, J. (2019). Design of passenger transport modes between cities with environmental sustainability. Paper presented at the Proceedings - 2019 4th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation, ICECTT 2019, 323-327. doi:10.1109/ICECTT.2019.00080

[40] Zhao, J., Li, C., Xu, Z., Jiao, L., Zhao, Z., & Wang, Z. (2022). Detection of passenger flow on and off buses based on video images and YOLO algorithm. Multimedia Tools and

Applications, 81(4), 4669-4692. doi:10.1007/s11042-021-10747-w

[41] Fitzová, H., Matulová, M., & Tomeš, Z. (2018). Determinants of urban public transport efficiency: Case study of the czech republic. European Transport Research Review, 10(2) doi:10.1186/s12544-018-0311-y

[42] Belokurov, V., Spodarev, R., & Belokurov, S. (2020). Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 50 52-58. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.007

[43] Matseliukh, Y., Bublyk, M., & Vysotska, V. (2021). Development of intelligent system for visual passenger flows simulation of public transport in smart city based on neural network. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, , 2870 1087-1138.

[44] Boreiko, O., Teslyuk, V., Zelinskyy, A., & Berezsky, O. (2017). Development of models and means of the server part of the system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(2-85), 40-47. doi:10.15587/1729-4061.2017.92831

[45] Mo, S. M., Zeng, K. F., & Liu, C. (2014). Early warning mechanism of huangshan world geopark to divert passenger traffic doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1030-1032.2014T